

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-285422

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

G11B 5/40

G11B 5/60

G11B 21/21

(21)Application number : 11-090585

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 31.03.1999

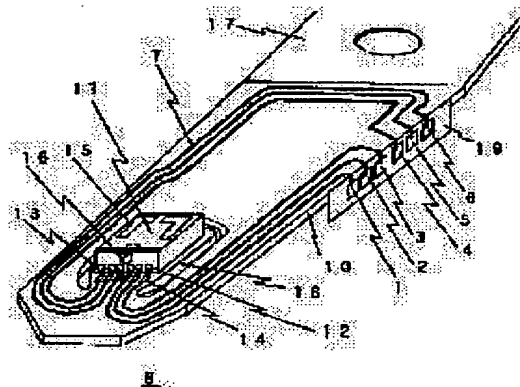
(72)Inventor : MITSUMATA CHIHARU  
SHIMOE OSAMU  
MEGURO SATOSHI

## (54) HEAD GIMBALS ASSEMBLY AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a structure which can prevent an electrostatic breakdown easy to generate in accordance with the miniaturization of an MR head between a reproduction element and a magnetic shield film even in an assembly process for a head gimbals assembly as well as a preceding wafer process.

**SOLUTION:** A used head gimbals assembly 8 has a slider 11 having a magnetoresistive element, and a load beam 10 for supporting the slider 11. The slider 11 has four or more terminals, and the load beam 10 has a printed wiring 7. One side of the printed wiring 7 is connected to the terminals and the other end of the printed wiring 7 has four or more terminals.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-285422

(P 2000-285422 A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B	5/39	G 1 1 B	5D034
	5/40		5D042
	5/60		P 5D059
			C
	21/21	21/21	A
	審査請求 未請求 請求項の数 4	O L	(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-90585

(22) 出願日 平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 三俣 千春

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式会社磁性材料研究所内

(72) 発明者 下江 治

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式会社磁性材料研究所内

(72) 発明者 目黒 怜

栃木県真岡市松山町18番地日立金属株式会社電子部品事業部内

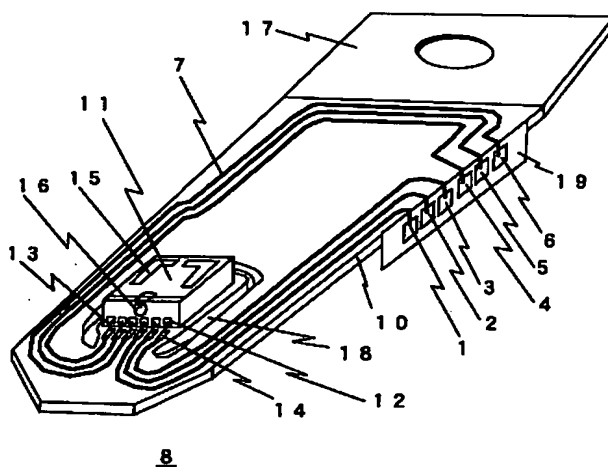
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘッドジンバルアッセンブリーおよびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 MRヘッドの小型化に伴って、再生素子と磁気シールド膜の間で静電破壊が発生し易くなる。しかし、ウェファ工程で静電破壊を防止しても、その後の工程にわたって静電破壊を起こしてしまう。そこでヘッドジンバルアッセンブリーの組立工程に至っても静電破壊を防止を防止できる構造を提供する。

【解決手段】 磁気抵抗効果型素子を設けたスライダと、前記スライダを支持するロードビームとを有し、前記スライダは4個以上の端子を有し、前記ロードビームはプリント配線を備え、前記プリント配線の方の側は前記端子と接続され、前記プリント配線の他方の端は4個以上の端子を備えるヘッドジンバルアッセンブリーを用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気抵抗効果型素子を設けたスライダーと、前記スライダーを支持するロードビームとを有し、前記スライダーは 4 個以上の端子を有し、前記ロードビームはプリント配線を備え、前記プリント配線の一方の側は端子と接続され、前記プリント配線の他方の端は 4 個以上の端子を備えることを特徴とするヘッドジンバルアッセンブリ。

【請求項 2】 記録素子および再生素子に外部から通電するため、少なくとも 4 個以上の電極パッドを有し、前記電極パッドの内少なくとも 2 つの電極パッドの間に電流あるいは電圧を加えることにより、前記 2 つの電極パッドに接続されたヒューズが溶断されることを特徴とするヘッドジンバルアッセンブリ。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 のいずれかに記載のヘッドジンバルアッセンブリを複数個で組み合わせた構成とすることを特徴とするヘッドジンバルアッセンブリ。

【請求項 4】 記録素子および再生素子に外部から通電するため、少なくとも 4 個以上の電極パッドを有し、前記電極パッドの内少なくとも 2 つの電極パッドの間に電流あるいは電圧を加えることにより、前記 2 つの電極パッドに接続されたヒューズが溶断されるヘッドジンバルアッセンブリの製造方法で、ヘッドジンバルアッセンブリの組立工程が終了した後に電流パルスまたは電圧パルスを用いて前記ヒューズを溶断し、その後前記再生素子と前記磁気シールド膜の間の短絡あるいは絶縁耐圧を検査することを特徴とするヘッドジンバルアッセンブリの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気抵抗効果型ヘッドを搭載したヘッドジンバルアッセンブリに関し、特に静電気による磁気抵抗効果素子の破壊を防止する構造を設けたヘッドジンバルアッセンブリに係わる。

## 【0002】

【従来の技術】 ハードディスク装置（以下、HDD と称す）の記録密度は年々高くなっており、使われる磁気ヘッドは誘導型ヘッドから記録再生分離型ヘッドに急速に置き換わっている。記録再生分離型ヘッドは再生ヘッドと誘導型の記録ヘッドを有する。この再生ヘッドには、磁気抵抗効果（MR 効果）を有する磁気抵抗効果素子

（MR 素子）が用いられている。この特徴から記録再生分離型ヘッドは、磁気抵抗効果型磁気ヘッドと呼ばれている。以下、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを MR ヘッドと称す。この MR ヘッドは、フォトリソグラフィによるパターンニング技術と、成膜技術によって、スライダーに形成される。スライダーはサスペンションに取り付けられ、サスペンションの配線とスライダーの電極パッドは、電氣的に接続されることにより、ヘッドジンバルア

ッセンブリを構成する。以下、ヘッドジンバルアッセンブリを HGA（Head Gimbal Assembly）と称す。

【0003】 従来の HGA は、例えば下記の構成からなる。第 1 の例は、MR 素子と記録素子を備えたスライダーと、このスライダーを支える金属製のアームであるサスペンションを有し、サスペンション上に設けられたプリント配線とスライダーの電極パッドとをボンディング配線で接続する構成が用いられる。第 2 の例は、第 1 の例において、スライダーとサスペンションの間にジンバルを設けた構成とする。このジンバルは、スライダーの傾き等に応じる金属の板バネとして機能する。なお、ジンバルを省略してサスペンション自体に板バネ構造を作り付けたものもある。

【0004】 MR ヘッドから HGA に至る製造工程の概要を説明する。MR ヘッドは、ウェファと呼ばれる基板上に薄膜を積層することで、数千個以上の数で形成される。このウェファを 1 個の MR ヘッドを付けた基板に切り分ける。基板において MR ヘッドの媒体対向面と同一平面上に一致するように浮上面を加工してスライダーを構成する。さらに、スライダーはサスペンションに固定されて電極パッドと配線を接続させて HGA となる。さらに、HGA を複数個まとめて保持したスタックを構成できる。このスタックはハードディスク装置に備えられる。ハードディスク装置において、スライダーは回転する磁気ディスクの上を浮上して、磁気抵抗効果型磁気ヘッドによって磁気的な情報の記録と再生を行う用途に用いられている。従って、MR ヘッドの製造工程は、薄膜を積層するウェファ工程と、このウェファを切断し、浮上面を形成するスライダー工程とに大別できる。

【0005】 MR ヘッドの分野では、帯電防止に係る技術として次のものが挙げられる。特開平 9-91623 号公報には、MR 素子を介さずに 2 つの電極を短絡する短絡回路を設けた磁気抵抗効果型磁気ヘッドが開示されている。この公報の図面には、変形させた磁気シールド膜の凸部を直接に電極膜に接合させる構造が記載されている。また、特開平 8-167123 号公報には、複数のヘッド素子を電極、上下シールドと電氣的に接続して基板上に形成し、形成された素子を 1 個ずつ切り離す磁気ヘッドの製造方法が開示されている。特開平 10-247307 号公報には、リードと磁気シールド膜を電氣的に接続する抵抗素子を有する磁気ヘッドが開示されている。この抵抗素子の抵抗値は 100k ～ 数 MΩ という高い値が設定されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 MR ヘッドは磁性材料や金属材料で構成した薄膜を用いている。これらの薄膜は製造工程において帯電し易い。MR ヘッドの小型に伴って、薄膜の厚さがより薄くなると、静電破壊が起こりやすくなる。特に再生素子と磁気シールド膜の間で静

電破壊が起きて、MRヘッドにダメージを与える。静電破壊とは、帯電した薄膜と他の薄膜の間の電位が大きくなると、薄膜間に配置した薄い絶縁膜や薄膜自体に過剰な電流が流れ、破壊される現象をいう。従来のMRヘッドには、再生素子と磁気シールド膜間の静電破壊を防止すべく、短絡などを行っているものもある。しかし、これらの技術は部品MRヘッドを形成するウェファ工程からHGA組立工程、さらにはHGAをHDDに取り付ける工程にわたって、効果的な静電破壊防止を図るには至っていない。

【0007】従来技術の特開平9-91623号公報や特開平8-167123号公報は、再生素子の電極と磁気シールド膜間を短絡している。しかしながら、この短絡の回路を機械加工で切断しなくてはならず、切断のタイミングはウェファを切断する工程に制限されてしまう。また、従来技術の特開平10-247307号公報は、短絡回路の機械的な切断を行わないが、抵抗値の高い抵抗素子を残留させている。この残留させた抵抗素子が再生素子にノイズをもたらす並列回路となってしまう。そこで、本発明の目的は、短絡回路の開放をウェ

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のヘッドジンバルアッセンブリーは、磁気抵抗効果型素子を設けたスライダと、前記スライダを支持するロードビームとを有し、前記スライダは4個以上の端子を有し、前記ロードビームはプリント配線を備え、前記プリント配線の一方の側は前記端子と接続され、前記プリント配線の他方の端は4個以上の端子を備えることを特徴とする。ここでロードビームは金属性の板バネであり、サスペンションとも呼ばれる。スライダに設ける端子は電極パッドとも呼ぶ。例えば、このヘッドジンバルアッセンブリーは、スライダに6個以上の端子を設け、プリント配線の他方の端に6個以上の端子を備えるタイプとすることが望ましい。ただし、端子を兼用することによりスライダ及びプリント配線において、最低で各々を4個づつにすることが可能である。

【0009】本発明のヘッドジンバルアッセンブリー(HGA)は、磁気抵抗効果を有する再生素子が、絶縁膜を介して2つの磁気シールド膜に挟み込まれたMRヘッドを有し、前記再生素子に検出電流を導くための2つの電極膜の少なくとも一方が、溶断するヒューズを介して前記磁気シールド膜と電気的に接触していることを特徴とする。このHGAは、HGAの組立工程後、あるいはHDD製造工程後には、前記ヒューズが溶断される。また、前記ヒューズの溶断によって、MRヘッド中にはヒューズを溶断した残痕を有する。

【0010】本発明の他のHGAは、記録素子および再

生素子に外部から通電するため、少なくとも4個以上の電極パッドを有し、前記電極パッドの内少なくとも2つの電極パッドの間に電流あるいは電圧を加えることにより、前記2つの電極パッドに接続されたヒューズが溶断されることを特徴とするヘッドジンバルアッセンブリーである。このヘッドアッセンブリーはHGAあるいはHDDの作製後には、前記ヒューズが溶断される。また、前記ヒューズの溶断によって、MRヘッド中にはヒューズを溶断した残痕を有する。

10 【0011】本発明のHGAの製造方法は、HGAを組み立てた後に、HGAに設けた端子を通じてMRヘッド内のヒューズに通電して、ヒューズを溶断する。すなわち、ウェハ工程でMR素子を形成してからHGAを組み立てる迄の間は、ヒューズを温存することでMR素子の静電破壊を防止できる。さらに、HGAをHDD組み込んだ後、あるいは、HGAをスタックに組み立てた後に、ヒューズの溶断をすることもできる。

20 【0012】本発明の他のHGAの製造方法は、磁気抵抗効果を有する再生素子が、絶縁膜を介して2つの磁気シールド膜に挟み込まれた構造を有し、前記再生素子に検出電流を導くための2つの電極膜の少なくとも一方が、溶断するヒューズを介して前記磁気シールド膜と電気的に接触している構造を有するHGAの製造方法で、HGAの組立工程が終了した後に電流パルスまたは電圧パルスを用いて前記ヒューズを溶断することを特徴とする。さらに、その後に前記再生素子と前記磁気シールド膜の間の短絡あるいは絶縁耐圧を検査することが望ましい。

30 【0013】本発明のHGAの製造方法は、記録素子および再生素子に外部から通電するため、少なくとも4個以上の端子を有し、前記端子の内少なくとも2つの端子の間に電流あるいは電圧を加えることにより、前記2つの端子に電気的に接続されたヒューズが溶断されるHGAの製造方法で、HGAの組立工程が終了した後に電流パルスまたは電圧パルスを用いて前記ヒューズを溶断し、その後に前記再生素子と前記磁気シールド膜の間の短絡あるいは絶縁耐圧を検査することを特徴とするHGAの製造方法である。

40 【0014】本発明の他のHGAの製造方法は、記録素子および再生素子に外部から通電するため、少なくとも4個以上の端子を有し、前記端子の内少なくとも2つの端子の間に電流あるいは電圧を加えることにより、前記2つの端子に接続されたヒューズを溶断することが可能で、前記ヒューズが溶断された残痕を有することを特徴とするHGAの製造方法であって、HGAの製造工程が終了した後に電流パルスまたは電圧パルスを用いて前記ヒューズを溶断し、その後に前記再生素子と前記磁気シールド膜の間の短絡あるいは絶縁耐圧を検査することを特徴とするHGAの製造方法である。

50 【0015】また、本発明の他のHGAは、記録素子に

通電する端子と再生素子に通電する端子とを合わせてM個有し、ヒューズへの通電またはヒューズの検査に用いる端子をN個有し、Mが4個以上であり、Nが2個以上である。ヒューズへの通電または検査の際には、N個の内の1個の端子と、M個の内の1個の端子の間に溶断のための電流を流す。

【0016】例えば、スピンバルブ型MRヘッドを設けたHGAは $M \geq 4$ かつ $N \geq 2$ であり、トンネル接合型MRヘッドを設けたHGAは $M \geq 4$ かつ $N \geq 2$ である。なお、Mの値には、スライダーの研磨量の測定、スライダ

ーまたはMR素子の歪みの測定、スライダーまたはMR素子の温度の測定などに係わる測定素子であって、MRヘッドやスライダーやHGAに併設された測定素子に係る端子を含んでもよい。

【0017】上記MとNの関係として、次の組合せを選択することができる。第1のタイプはMとNが重複せず、HGAの端子の数が $(M+N)$ 個になるタイプである。第2のタイプはMの中にNが含まれて、HGAの端子の数がM個になるタイプである。このタイプは、薄膜

コイルに通電するための端子をヒューズの一方に電気的に導通させることで、一つの端子にヒューズ溶断と薄膜コイル通電の2つの機能を兼用させる。これによってNはMの中に含まれる。第3のタイプはMの中にNの一部が含まれるタイプであって、HGAの端子の数は第1タイプと第2タイプの中間の数になる。これはヒューズに通電する一方の端子をその機能のみで用い、ヒューズに通電する他方の端子は薄膜コイルに通電する端子と兼用させる場合に相当する。

【0018】上記の第1のタイプは、HGA端子の数が多いが、一つの端子が一つの用途に使用されるため、端子の間違いを起こす恐れがない。例えば、従来の4端子のスライダーにヒューズを搭載する改良を行うと、HGAおよびスライダーは6端子となる。上記の第2のタイプは、端子数を抑えることができ、端子を設ける箇所の面積に制限があるときに有効である。例えば、従来の4端子のHGAに対して、MR素子にヒューズを設けたにもかかわらず、HGAの端子を4端子のままにすることができる。上記の第3のタイプは、従来の4端子のHGAにおいてMR素子にヒューズを設けると、端子配置面積や電気回路設計の都合に応じて5端子のHGAとすることができる。

【0019】上記の本発明において、ヘッドジンバルアッセンブリーを複数個で組み合わせたスタックを構成した後に、前記ヒューズを溶断することが好ましい。また、本発明のHGAのMRヘッドに組み込むヒューズの形状は直線状に限らず、複数の直線の組合せ、曲線状、曲線と直線の組合せ、L字型などとしてもよい。

【0020】本発明では、再生素子の両側に配置された電極の一部から導電膜を介して磁気シールド膜に接地を行う。接地とは、電気的に導通させることをいう。この

導電膜は後から切断する必要があるため、本発明では導電膜がヒューズの役割を果たすように導電膜の形状や抵抗を設計した。ただし、ヒューズの切断に際して再生素子にダメージを与えることを避けるため、導電膜の耐圧が再生素子の耐圧に対して十分小さいことが必要である。よって、導電膜の抵抗は再生素子の抵抗よりも高いことが望ましい。

【0021】再生素子(MR素子)の磁気シールド膜に対する電気的な接続は、再生素子と磁気シールド膜間に電位差が生じることを防止し、再生素子と磁気シールド膜の間の絶縁破壊に起因して再生素子に電流が流れる現象を制御するものである。この技術は、特に再生素子の静電破壊に対して有効な防止手段となり、ウェファ工程からHGAの組立工程までの間、あるいはウェファ工程からHGAをスタックやHDDに組み付ける工程までの間において、帯電の影響を排除することができる。

【0022】しかし、完成したHGAにおいて、再生素子と磁気シールド膜の間に導通があると、HDDを動作させる際にも、素子と磁気シールド膜間に微弱な電流が流れ、HDDの再生信号に対するノイズの原因となる。よって、再生素子と磁気シールド膜間の導通は、製造工程途中では接地(接続)されており、HGAあるいはHDDの完成後は絶縁されている必要がある。加えて、完成品で再生素子と磁気シールド膜が絶縁された状態では、装置の取り扱いに際して発生する静電破壊事故を防止するために、所望の絶縁耐圧を保証する必要がある。よって、製造工程の最終段階で再生素子と磁気シールド膜を絶縁し、絶縁耐圧の測定を行う必要がある。ここに挙げた再生素子の接地は公知の技術であるが、HGAの組立工程と完成品で接地あるいは絶縁を行う技術はこれまでにない新しい技術である。

【0023】ヒューズの切断原理は一般の電気ヒューズと同様に、ヒューズに流れる電流による発熱を利用して導電路を溶断するものである。しかし、一般の場合と異なるのは、主に切断に用いる電流が定常電流ではなく電流パルスである点である。定常電流を用いた場合、ヒューズ切断後は再生素子と磁気シールド膜の間に電圧がかかることになり、再生素子と磁気シールド膜の絶縁破壊を引き起こす恐れがあるためである。これは本発明のヒューズの目的に反して、再生素子を破壊してしまう結果となる。これに対して電流パルスを用いた場合には、適切なパルス幅の条件でヒューズを溶断し、後は再生素子と磁気シールド膜の間に電圧が加わることがなく、所望の絶縁を保つことが可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明によるHGAを説明する。図1から図5と、図8及び図9では、HGAとその要部の詳細構造について述べる。続けて、HGAにおけるヒューズ溶断方法と、ヒューズの溶断に関するパラメータについて述べる。

【0025】図1は本発明のHGAの一実施形態を模式的に説明する斜視図である。図2はウェファとスライダの関係を示す斜視図である。図3は、本発明のHGAが備えるMR素子の平面図であって、ヒューズの配置を模式的に説明する。図5はHGAのスライダに設けるMRヘッドの要部の斜視図である。図4は、図5を矢印xの向きからみた平面図である。図6と図7はヒューズの溶断実験の結果を示す。図8及び図9はMR素子の斜視図であり、MR素子自体の端子数の変更について説明する。

【0026】まず、図1においてHGAの構成を説明する。このHGAは、薄いステンレスの鋼板であるロードビーム10と、これのステージ18に紫外線硬化樹脂を介して接着されたスライダ11を備える。ロードビーム10は、スタックあるいはHDDに結合するための保持部材であるマウント17と、ロードビームに設けた切り込みに囲われた部分であるステージ18と、メッキ膜の銅線6本を絶縁層で被覆したプリント配線7と、プリント配線のスライダ側に設けた6個の内部端子14と、プリント配線の6個の外部端子1～6を設けたハウジング19を有する。内部端子および外部端子の各々は、プリント配線と導通させて、かつ絶縁層を介してステンレスのロードビーム10とは絶縁させた。スライダ11は導電性セラミックの基板を主体としており、磁気記録媒体と対向させる浮上面15と、アルミナ保護膜で覆われたMRヘッド16と、MRヘッド16と電氣的に導通するリード線の終端となる電極パッド12とを備える。

【0027】電極パッド12はアルミナ保護膜から露出させた。スライダの電極パッドと、ロードビームの内部端子の各々は、ボンディングワイヤー13を介して電氣的に結合させた。6個の外部端子の内、外部端子1と外部端子2はMR素子に電流を供給する端子であって、再生動作に用いる。外部端子3と外部端子4は記録ヘッドの薄膜コイルに電流を供給する端子であって、記録動作に用いる。残りの外部端子5と外部端子6はMRヘッド内のヒューズに通電するための端子であり、再生あるいは記録動作には用いない。

【0028】上記形態のHGAでは、次のように構成を代えても差し支えない。例えば、内部端子と電極パッドの接続は、ボンディングワイヤーに代えてボールボンディングやタブボンディングを用いることができる。外部端子の配置は、ロードビームの側面にフランジを設け、このフランジ上の外部端子を設けるタイプ、プリント配線をフレキシブルケーブルで構成してマウント17の反ロードビーム側の外にはみ出させたフレキシブルケーブルの終端に外部端子を設けるタイプなどを選ぶことが可能である。

【0029】図2に本発明のHGAに搭載するような6個以上の電極パッドを備えるスライダを示す。同図

中、左側の円盤は多数のMRヘッドを形成したウェファ30である。このウェファ30から切り出したスライダ11は、MR素子16と、MR素子に接続された6個の電極パッドを有する。電極パッド14及び14bは磁極を励磁する薄膜コイルに記録電流を供給するために使用する。電極パッド14c及び14dは電極膜を介してMR素子に再生電流を供給するために用いる。電極パッド14e及び14fは電極膜と磁気シールド膜の間に設けられたヒューズに電流パルスまたは電圧パルスを供給するために設けた。

【0030】次に、図3において図2の如きスライダに搭載するMR素子とヒューズの概略を示す。このMR素子は図4及び図5に示すようなMRヘッド中に設けられる。この再生素子部は、MR素子25の両端に、電極膜26aと電極膜26bを各々設けた。電極膜のMR素子と接合されていない方の端には通電用の端子20aと端子20bを設け、図1の外部端子1及び2に導電性リード膜などを介して電氣的に導通させた。また、電極膜26aと電極膜26bは、各々ヒューズ25aとヒューズ25bを介して端子29aと端子29bに接続した。端子29a及び29bは磁気シールド膜の一部で形成し、図1の外部端子5及び6に導電性リード膜などを介して電氣的に導通させた。

【0031】ヒューズは、MR素子を成膜する際に同時に設けた。本実施例では、MRヘッドを構成するパターンニング（成形）された薄膜を得るために、スパッターやCVD等による薄膜の形成（成膜）と、フォトリソグラフィ技術によるレジスト膜の形成および薄膜のパターンニングと、エッチング技術による不要箇所の除去といった一連の工程を用いた。MR素子を形成する際に、パターンニングでヒューズも同時に形成した。従って、ヒューズの膜構成はMR素子と同様になった。ヒューズの幅はdは、MR素子の深さ方向の幅d0より狭い寸法に形成した。いわゆるトラック幅Twは、d0に対して垂直な方向のMR素子の幅である。この再生素子部を備えるMRヘッドの全体の構成は、図5に示す。

【0032】図3に示すMR素子25には、スピンプルブ素子を用いた。スピンプルブ素子は、パーマロイ膜とコバルト鉄膜を積層した強磁性膜（自由層）と、銅の非磁性金属膜と、コバルト鉄の強磁性膜（固定層）と、PtMnの反強磁性膜とを積み重ねた多層膜で構成した。スピンプルブ素子25の両端の各々には傾斜面を付けて、磁気バイアスを印加するための永久磁石膜41と電極膜26を設けた。

【0033】図4と図5はHGAのスライダに設けるMRヘッドの概略構造である。図4は、図5のようなMRヘッドを媒体対向面からみたときの一部断面図に相当する。媒体対向面は図中の矢印xに垂直な面に相当する。以下、製造する工程に沿って構造を説明する。まず、アルミナ・チタンカーバイドなどで作られた非磁性

基板 45 の上に、アルミナの絶縁膜 46、下部シールド 44、絶縁膜、MR 素子 25、絶縁膜、下部磁極としての機能を有するミッドシールド 43、記録ギャップ、上部磁極 47 を持つ。下部シールド 44、MR 素子 25、ミッドシールド 43 の各々の間を絶縁する絶縁膜は保護膜 48 と同じ材質であり一体となっている。ミッドシールド 43 と上部磁極 47 の間には、絶縁膜からなる記録ギャップを有しており、誘導型記録ヘッドの磁気的なギャップとして機能する。さらに、ミッドシールドと上部磁極の間には絶縁膜を介してらせん状の薄膜コイル 49 が配置されている。また、ミッドシールド 43 と下部シールド 44 は磁気シールド膜として用いられ、両者の間には、MR 素子 25 を包む絶縁膜からなる再生ギャップが設けられ、再生ヘッドの磁気的なギャップとしても機能する。

【0034】上述した詳細構造に係わる HGA（ヘッドジンバル アッセンブリー）を作製した後に、外部端子にヒューズ溶断装置を接続して、MR 素子に設けたヒューズを溶断した。以下に図 1 の HGA に対して、ヒューズを溶断させた手順を説明する。ヒューズを溶断する際には、異なる HGA の外部端子の組合せを選択することができた。図 1 と図 3 を対応させて 2 通りのヒューズ溶断方法を説明する。まず、第 1 の方法では、図 1 において外部端子 5 と外部端子 6 の間に電流パルスを通電して 2 個のヒューズをまとめて溶断させた。すなわち、これは図 3 において、端子 29b と端子 29a の間に電流パルスを通電して、一括してヒューズ 25a 及び 25b を溶断させたことに相当する。記載を省略したが、端子 29a 及び 29b や端子 20a 及び 20b と、スライダの電極パッドの間には、電流を導くための導電部材（リード膜）を介して通電される。

【0035】この第 1 の方法は MR 素子を経る回路を利用しており、溶断用の電流パルスを通電した後に、同じ回路の電気抵抗値を測定することで、作業効率を向上させることができる。すなわち、溶断装置には抵抗測定機能を有するものを用いた。前記回路に電流パルスを通電した後、測定した前記回路の抵抗値は擬似的に無限大となり、測定装置は回路が開放されていると判断した。この回路は MR 素子 5 を経ているため、2 個のヒューズ 25a 及び 25b を同時に切断できる。ただし、MR 素子を損傷する恐れのない電流パルスあるいは電圧パルスをもって、ヒューズの切断を行うことが必須となる。ここで流した電流パルスは、後述する。

【0036】第 2 の方法では、図 1 において外部端子 1 と外部端子 5 の間に電流パルスを通電して一方のヒューズ 25a を溶断し、続けて外部端子 2 と外部端子 6 の間に電流パルスを通電して他方のヒューズ 25b を溶断させた。すなわち、これは図 3 において、端子 29a と電極膜 26a の間に電流パルスを通電して一方のヒューズ 25a を溶断し、続けて端子 29b と電極膜 26b の間

に電流パルスを通電して他方のヒューズ 25b を溶断させたことに相当する。この方法は、ヒューズごとに電流パルスあるいは電圧パルスを印加するため、MR 素子に電流が流れることはなく、安全性が高い。ただし、第 1 の方法に比べて工程数が 2 倍になってしまう。

【0037】次に、上記の実施例に用いたヒューズのパラメータについて、図 6 のグラフで説明する。 $d = 1 \mu\text{m}$  幅のヒューズパターン素子（抵抗  $13 \sim 15 \Omega / \mu\text{m}$ ）に対して、時間幅  $5 \mu\text{s}$  の電流パルスを加えてヒューズパターン素子が溶断する電圧を調べた。ヒューズパターン素子とは、MR 素子と同様の多層膜で構成したヒューズをいう。図 6 は縦軸をヒューズ抵抗  $[\Omega]$  にして、横軸を印加電圧  $[\text{V}]$  にした。1 から 4 のサンプルに係るヒューズパターン素子は、印加電圧  $8 \sim 12 \text{V}$  の範囲で溶断した。パルス幅  $5 \mu\text{s}$ 、電圧  $10 \text{V}$  の時のピーク電流値は約  $17 \text{mA}$  であり、 $0.85 \mu\text{Ws}$  のエネルギーを消費した。再生素子を製造する途中のウェファ工程では、後のスライダ形状を加工するためのスライダ工程で再生素子幅を制御するため、素子幅の最終寸法よりも幅広の形状を有している。ウェファ工程での幅は  $4 \sim 5 \mu\text{m}$  程度と上記のヒューズパターンの  $4 \sim 5$  倍の素子幅を持っており、上記実験と同じ電流密度を確保するためには  $70 \text{mA}$  程度のピーク電流が必要であり、溶断に必要なエネルギーとして  $3.4 \mu\text{Ws}$  を消費した。よって、ウェファ工程終了時点で  $10 \text{V}$  程度の印加電圧で電流パルスを流すと、ヒューズは切断されるが再生素子には影響を与えないことが分かった。

【0038】さらに、電流パルスによるヒューズの切断について、パルス幅とピーク電流をパラメータとして切断実験を行った。図 7 に実験結果を示す。同図の縦軸は電流パルスの最大値であるピーク電流  $[\text{A}]$  を示し、横軸は電流パルスの半値幅であるパルス幅  $[\text{sec}]$  を示した。縦軸、横軸の目盛りはともに指数表示であり、例えば  $7$  は  $10^{-7}$  を表す。同図にはヒューズのパターン幅  $1 \mu\text{m}$  と  $4 \mu\text{m}$  の場合について示した。パルス幅が小さくなるに従って、溶断に必要なピーク電流の大きさは増加した。

【0039】パターン幅について比較すると、 $4 \mu\text{m}$  の場合のピーク電流は  $1 \mu\text{m}$  のピーク電流の 4 倍になっており、パターン幅に比例して必要なピーク電流が増加していることが分かった。この関係はパルス幅が  $5 \text{ns}$  以上では一定に保たれており、ヒューズの働く範囲と再生素子に切断パルスが影響を及ぼさないピーク電流の閾値を図 7 の斜線部の範囲で設定することができる。

【0040】本発明の HGA に搭載する MR 素子において、上記実施例のスピンバルブ素子に代えて、次に挙げる再生素子を用いてもことができる。4 層膜の一部の磁性膜を金属材料あるいは磁性材料からなる多層膜としたもの、反強磁性膜あるいは自由層を共有させた二つのスピンバルブ素子を積層したデュアルスピンバルブ素子、



2つの軟磁性膜で絶縁膜を挟む構成を基本とするトンネル接合型MR素子、非磁性膜と磁性膜を交互に積層させたGMR素子等を用いることができる。これらのMR素子は、記録密度が $1\text{Gb/in}^2$ 程度以上の記録媒体に対応すべく、小型化・薄膜化する必要がある、トラック幅Twは数 $\mu\text{m}$ 以下に規定されている。従って、上記のヒューズをMR素子に適用してHGAを作製したところ、より効果的に静電破壊を防止することができ、HGAの歩留まりが向上した。

【0041】図8に本発明のHGAに設けるMR素子の端子の数について説明する。図8は、強磁性膜（自由膜）61と、非磁性金属膜62と、強磁性膜（固定膜）63と、反強磁性膜64を順に積層したスピバルブ素子である。膜中に示した矢印は磁化の向きを示す。このスピバルブ素子は電流を供給する2個の端子65及び66を備える。これにヒューズを設けてHGAを形成したときには、HGAの外部端子は4～6個を取りうる。しかし、図8の構成から反強磁性膜64を無くす代わりに、強磁性膜61に電流を流すための端子を設けてもスピバルブ素子として機能する。これは強磁性膜61に流れる電流の磁界によって強磁性膜63が磁氣的バイアスを受け、磁化が固定されるためである。このような変形を行うと、スピバルブ素子の端子は4個になる。従って、図8のタイプから変形したスピバルブ素子にヒューズを設けてHGAを形成するときには、HGAの外部端子は6～8個となりうる。ここで述べたことは、ヒューズ端子を他の端子と兼用する以外にも、MR素子の構成によっても、HGAの外部端子の数を変えることができるということである。

【0042】これらと同様に、外部端子とその配線の変更に限らず、MR素子自体の端子構成自体にバリエーションがある場合、広く捉えると本発明のHGAの外部端子は4個以上ということで括することができる。図9に本発明のHGAに設ける他のMR素子の端子の数について説明する。図9は強磁性膜71と、酸化膜72と、強磁性膜73を積層したトンネル接合型MR素子である。このMR素子は強磁性膜同士の磁化を直交させるべく、強磁性膜71に端子77及び78を接続し、通電による電流磁界で強磁性膜73に磁気バイアスを加える構造である。さらにMR素子の両端には再生出力を検出するための端子75及び76を備える。この形態では、MR素子の端子数が4個である。さらにヒューズを設けてHGAを構成すると、HGAの外部端子は6～8個となる。た

だし、このMR素子において端子77及び78を外して強磁性膜73に反強磁性膜を設けて磁化を制御する形態を選択すると、本発明のHGAの外部端子は、4～6個のいずれかとすることができる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の構成を用いることにより、ウェファ工程からHGAを組み立てる工程迄の間、あるいはウェファ工程からHGAをスタックまたはHDDに組み付ける工程までの間において、MRヘッドの静電破壊を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るHGAの斜視図である。

【図2】ウェファとスライダの関係を説明する斜視図である。

【図3】本発明のHGAに設けるMRヘッドでヒューズを溶断する回路を説明する概略図である。

【図4】スライダに設けた図3のMRヘッドの平面図である。

【図5】図4のMRヘッドの斜視図である。

【図6】ヒューズの抵抗値と印加電圧の関係を説明するグラフである。

【図7】ヒューズに流す電流パルス幅とピーク電流の関係を説明するグラフである。

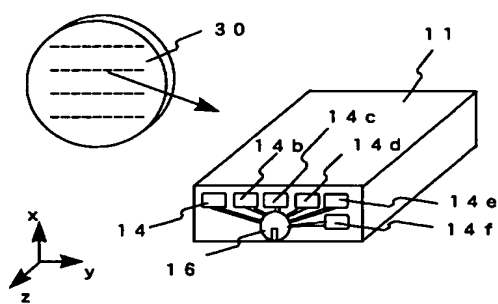
【図8】HGAに用いるMR素子の一実施形態の斜視図である。

【図9】HGAに用いるMR素子の一実施形態の斜視図である。

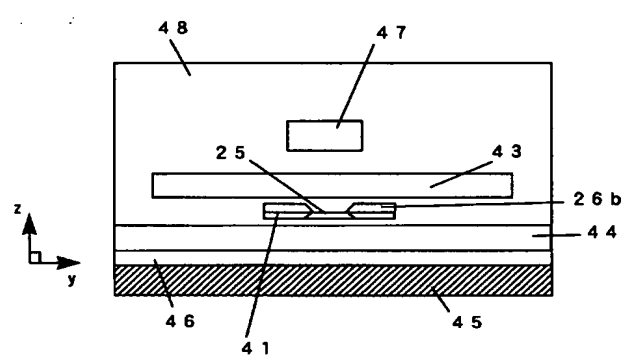
#### 【符号の説明】

1 2 外部端子、3 4 外部端子、5 6 外部端子、7 プリント配線、8 ヘッドジンバルアセンブリー（HGA）、10 ロードビーム、11 スライダ、12 電極パッド、13 ボンディングワイヤー、14 14a 14b 14c 14d 14e 14f 内部端子、15 浮上面、16 MRヘッド、17 マウント、18 ステージ、19 フランジ、20a 20b 端子、25 MR素子、25a 25b ヒューズ、26a 26b 電極膜、29a 29b 端子、30 ウェファ、41 永久磁石膜、43 ミッドシールド、44 下部シールド、45 基板、46 絶縁層、47 上部磁極、49 薄膜コイル。

【図 2】

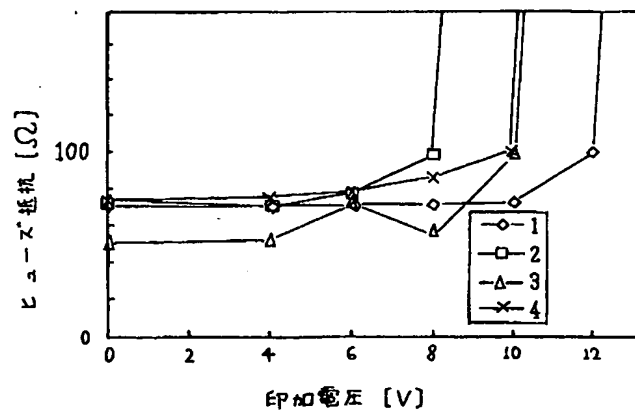
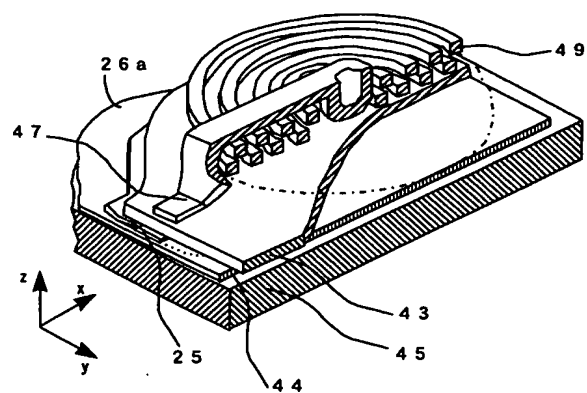


【図4】

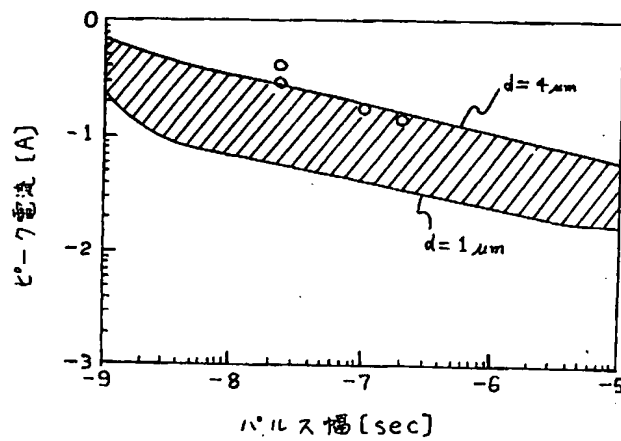


【図 6】

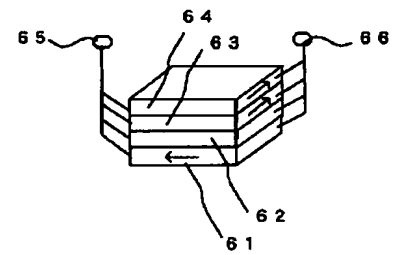
【図 5】



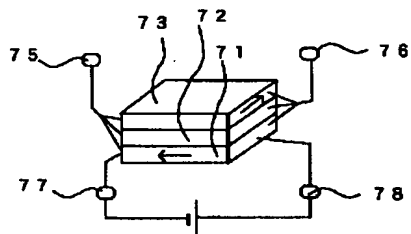
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D034 AA01 BA02 BA09 BA12 BA13  
 BB09 BB20 CA07 DA07  
 5D042 NA02 PA01 PA09 RA04 TA07  
 TA10  
 5D059 AA01 CA26 DA01 DA26 DA35  
 DA36 DA40 EA08

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the head gimbal assembly which it has the slider which prepared the magneto-resistive effect mold component, and the load beam which supports said slider, said slider has four or more terminals, said load beam is equipped with a printed circuit, and said one printed-circuit side is connected with a terminal, and is characterized by equipping the other end of said printed circuit with four or more terminals.

[Claim 2] The head gimbal assembly characterized by melting the fuse connected to said two electrode putt by having at least four or more electrode putt, and applying a current or an electrical potential difference between at least two electrode putt among said electrode putt in order to energize from the outside for a record component and a playback component.

[Claim 3] The head gimbal assembly characterized by considering as the configuration which combined the head gimbal assembly of a publication with either of claims 1 or 2 by plurality.

[Claim 4] By having at least four or more electrode putt, and applying a current or an electrical potential difference between at least two electrode putt among said electrode putt, in order to energize from the outside for a record component and a playback component By the manufacture approach of a head gimbal assembly that the fuse connected to said two electrode putt is melted The manufacture approach of the head gimbal assembly characterized by using a current pulse or an electrical-potential-difference pulse, melting said fuse after ending like the erector of a head gimbal assembly, and inspecting the short circuit or withstand voltage between said playback components and said magnetic-shielding film after that.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION****[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to the head gimbal assembly which established the structure of preventing destruction of the magneto-resistive effect component especially by static electricity about the head gimbal assembly which carried the magneto-resistive effect mold head.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** The recording density of a hard disk drive unit (HDD is called hereafter) is high every year, and the magnetic head used is quickly replaced with the record playback discrete-type head from the induction type head. A record playback discrete-type head has the reproducing head and the recording head of an induction type. The magneto-resistive effect component (MR component) which has a magneto-resistive effect (the MR effectiveness) is used for this reproducing head. The record playback discrete-type head is called the magneto-resistive effect mold magnetic head from this description. Hereafter, the magneto-resistive effect mold magnetic head is called an MR head. This MR head is formed in a slider by the patterning technique by photolithography, and the membrane formation technique. A slider is attached in a suspension and wiring of a suspension and the electrode pad of a slider constitute a head gimbal assembly by connecting electrically. Hereafter, a head gimbal assembly is called HGA (Head Gimbal Assembly).

**[0003]** The conventional HGA consists of the next configuration. The 1st example has the suspension which is a metal arm supporting the slider equipped with MR component and the record component, and this slider, and the configuration which connects the printed circuit and the electrode pad of a slider which were prepared on the suspension with bonding wiring is used. The 2nd example is considered as the configuration which prepared the gimbal between the slider and the suspension in the 1st example. This gimbal functions as a flat spring of the metal according to the inclination of a slider etc. In addition, there are some which omitted the gimbal and fixed flat-spring structure in the suspension itself.

**[0004]** The outline of the production process from an MR head to HGA is explained. On the substrate called a wafer, an MR head is carrying out the laminating of the thin film, and is formed by thousands of or more numbers. This wafer is carved into the substrate which attached one MR head. A surfacing side is processed and a slider is constituted so that it may be in agreement on the same flat surface as the medium opposed face of an MR head in a substrate. Furthermore, it is fixed to a suspension, and a slider connects wiring to an electrode pad, and serves as HGA. Furthermore, the stack which held two or more HGA(s) collectively can be constituted. A hard disk drive unit is equipped with this stack. In the hard disk drive unit, a slider surfaces the rotating magnetic-disk top and is used for the application which performs record and playback of magnetic information by the magneto-resistive effect mold magnetic head. Therefore, the production process of an MR head can be divided roughly into the wafer process which carries out the laminating of the thin film, and the slider process which cuts this wafer and forms a surfacing side.

**[0005]** In the field of an MR head, the following are mentioned as a technique concerning electrification prevention. The magneto-resistive effect mold magnetic head which prepared the short circuit which connects two electrode officials with JP,9-91623,A too hastily, without minding MR component is indicated. The structure of joining directly the heights of the magnetic-shielding film made deforming into the drawing of this official report to an electrode layer is indicated. Moreover, two or more head components are electrically connected with an electrode and vertical shielding, it forms on a substrate and the manufacture approach of the magnetic head which separates one formed component at a time is indicated by JP,8-167123,A. The magnetic head which has the resistance element which connects the magnetic-shielding film with a lead electrically is indicated by JP,10-247307,A. the resistance of this resistance element -- several [ 100k-] -- the high value of M ohms is set up.

**[0006]**

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The MR head uses the thin film constituted from a magnetic material metallurgy group ingredient. These thin films tend to be charged in a production process. An electrostatic discharge will become easy to happen if the thickness of a thin film becomes thinner in connection with small [ of an MR head ]. Especially, an electrostatic discharge occurs between a playback component and the magnetic-shielding film, and a damage is given to an MR head. A superfluous current will flow to the thin insulator layer and the thin film itself which has been arranged between thin films, and an electrostatic discharge will say it the phenomenon destroyed, if the potential between the electrified thin film and other thin films becomes large. There are some which are performing the short circuit etc. in the conventional MR head that the electrostatic discharge between a playback component and the magnetic-shielding film should be prevented. However, these techniques have come to aim at effective electrostatic-discharge prevention covering the process at which a HGA erector attaches HGA in HDD more nearly further from the wafer process which forms a components MR head.

[0007] JP,9-91623,A and JP,8-167123,A of the conventional technique have connected between magnetic-shielding film with the electrode of a playback component too hastily. However, the circuit of this short circuit will have to be cut by machining, and the timing of cutting will be restricted to the process which cuts a wafer. Moreover, although JP,10-247307,A of the conventional technique does not perform mechanical cutting of a short circuit, it is making the resistance element with high resistance remain. This resistance element made to remain will become the parallel circuit which brings a noise to a playback component. Then, the purpose of this invention is to offer the MR head which sets like the erector of HGA and prevents an electrostatic discharge, without depending for disconnection of a short circuit on the cutting process of a wafer or a slider.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The head gimbal assembly of this invention has the slider which prepared the magneto-resistive effect mold component, and the load beam which supports said slider, said slider has four or more terminals, said load beam is equipped with a printed circuit, said one printed-circuit side is connected with said terminal, and it is characterized by equipping the other end of said printed circuit with four or more terminals. A load beam is a metallic flat spring and is also called a suspension here. The terminal prepared in a slider is also called an electrode pad. For example, as for this head gimbal assembly, it is desirable to consider as the type which prepares six or more terminals in a slider, and equips the other end of a printed circuit with six or more terminals. However, in a slider and a printed circuit, it is possible by making a terminal serve a double purpose to make each into four pieces at a time at the lowest.

[0009] The head gimbal assembly (HGA) of this invention is characterized by at least one side of two electrode layers for the playback component which has a magneto-resistive effect to have the MR head put between two magnetic-shielding film through the insulator layer, and lead a detection current to said playback component touching said magnetic-shielding film electrically through the fuse to melt. As for this HGA, the back or after an HDD production process, said fuse is melted like the erector of HGA. Moreover, in an MR head, it has \*\*\*\* which melted the fuse by fusing of said fuse.

[0010] In order to energize other HGA(s) of this invention from the outside for a record component and a playback component, they are head gimbal assemblies characterized by melting the fuse connected to said two electrode putt by having at least four or more electrode putt, and applying a current or an electrical potential difference between at least two electrode putt among said electrode putt. As for this head assembly, said fuse is melted after production of HGA or HDD. Moreover, in an MR head, it has \*\*\*\* which melted the fuse by fusing of said fuse.

[0011] After the manufacture approach of HGA of this invention assembles HGA, it is energized at the fuse in an MR head through the terminal prepared in HGA, and melts a fuse. That is, the electrostatic discharge of MR component can be prevented by preserving a fuse after forming MR component at a wafer process until it assembles HGA. furthermore, it is HDD \*\*\*\*\* about HGA -- a fuse can also be melted, the back or after assembling HGA to a stack.

[0012] The playback component which has a magneto-resistive effect the manufacture approach of other HGA(s) of this invention At least one side of two electrode layers for having the structure put between two magnetic-shielding film through the insulator layer, and leading a detection current to said playback component It is characterized by using a current pulse or an electrical-potential-difference pulse, and melting said fuse by the manufacture approach of HGA which has the structure where it is electrically in contact with said magnetic-shielding film through the fuse to melt, after ending like the erector of HGA. Furthermore, it is desirable to inspect the short circuit or withstand voltage between said playback components and said magnetic-shielding film after that.

[0013] In order to energize the manufacture approach of HGA of this invention from the outside for a record component and a playback component, By the manufacture approach of HGA that the fuse electrically connected to said two terminals by having at least four or more terminals, and applying a current or an electrical potential difference between

at least two terminals among said terminals is melted. It is the manufacture approach of HGA characterized by using a current pulse or an electrical-potential-difference pulse, melting said fuse after ending like the erector of HGA, and inspecting the short circuit or withstand voltage between said playback components and said magnetic-shielding film after that.

[0014] In order to energize the manufacture approach of other HGA(s) of this invention from the outside for a record component and a playback component, It is possible to melt the fuse connected to said two terminals by having at least four or more terminals, and applying a current or an electrical potential difference between at least two terminals among said terminals. It is the manufacture approach of HGA characterized by having \*\*\*\* by which said fuse was melted. It is the manufacture approach of HGA characterized by using a current pulse or an electrical-potential-difference pulse, melting said fuse after the production process of HGA is completed, and inspecting the short circuit or withstand voltage between said playback components and said magnetic-shielding film after that.

[0015] Moreover, other HGA(s) of this invention have the terminal energized for a record component, and M terminals in all energized for a playback component, it has N terminals used for the energization to a fuse, or inspection of a fuse, M is four or more pieces, and N is two or more pieces. In the case of the energization to a fuse, or inspection, the current for fusing is passed between one terminal in N individual, and 1 of M pieces.

[0016] For example, HGA(s) which prepared the spin bulb mold MR head are  $M \geq 4$  and  $N \geq 2$ , and HGA(s) which prepared the tunnel junction mold MR head are  $M \geq 4$  and  $N \geq 2$ . In addition, you are a measurement component concerning measurement of the temperature of measurement of distortion of measurement of the amount of polishes of a slider, a slider, or MR component, a slider, or MR component etc., and the terminal concerning the measurement component put side by side to an MR head, a slider, or HGA may also be included in the value of M.

[0017] The following combination can be chosen as relation of Above M and N. The 1st type is a type with which M and N do not overlap but the number of the terminals of HGA becomes an individual (M+N). The 2nd type is a type with which N is contained in M and the number of the terminals of HGA becomes M pieces. This type is making one side of a fuse flow through the terminal for energizing in a thin film coil electrically, and makes two functions, fuse fusing and thin film coil energization, use also [ terminal / one ]. N is contained by this in M. The 3rd type is a type with which a part of N is contained in M, and the number of the terminals of HGA turns into the middle number of the 1st type and the 2nd types. The other-end child whom uses a terminal only by the function and while energizing this at a fuse energizes at a fuse corresponds, when making it use also [ terminal / which is energized in a thin film coil ].

[0018] Although the 1st above-mentioned type has many HGA terminals, since one terminal is used for one application, it does not have a possibility of causing the mistake of a terminal. For example, if amelioration which carries a fuse in the slider of four conventional terminals is performed, HGA and a slider will serve as six terminals. The 2nd above-mentioned type is effective when the area of the part in which the number of terminals can be stopped and a terminal is prepared has a limit. For example, the terminal of HGA can be left four terminals in spite of having prepared the fuse in MR component to HGA of four conventional terminals. the 3rd above-mentioned type -- HGA of four conventional terminals -- if it sets and a fuse is prepared in MR component, it can be referred to as HGA of five terminals according to the convenience of terminal arrangement area or an electrical circuit design.

[0019] In above-mentioned this invention, after constituting the stack which combined the head gimbal assembly by plurality, it is desirable to melt said fuse. Moreover, the configuration of the fuse built into the MR head of HGA of this invention is good also as the combination of the shape of the combination of not only the shape of a straight line but two or more straight lines, and a curve, a curve, and a straight line, a L character mold, etc.

[0020] In this invention, it grounds on the magnetic-shielding film through the electric conduction film from some electrodes arranged at the both sides of a playback component. It says making it flow through touch-down electrically. Since it was necessary to cut this electric conduction film afterwards, it designed the configuration of the electric conduction film, and resistance by this invention so that the electric conduction film might play the role of a fuse. However, in order to avoid giving a damage to a playback component on the occasion of cutting of a fuse, it is required for pressure-proofing of the electric conduction film to be small enough to pressure-proofing of a playback component. Therefore, as for resistance of the electric conduction film, it is desirable that it is higher than resistance of a playback component.

[0021] It prevents that the potential difference produces the electric connection to the magnetic-shielding film of a playback component (MR component) between a playback component and the magnetic-shielding film, and the phenomenon in which originate in dielectric breakdown between a playback component and the magnetic-shielding film, and a current flows for a playback component is controlled. This technique serves as an effective prevention means especially to the electrostatic discharge of a playback component, and can eliminate the effect of electrification before the process which attaches HGA to a stack or HDD from a wafer process in between even like [ from a wafer process ]

the erector of HGA.

[0022] However, in completed HGA, if a flow is between a playback component and the magnetic-shielding film, also in case HDD will be operated, a feeble current flows between a component and the magnetic-shielding film, and it becomes the cause of the noise to the regenerative signal of HDD. Therefore, the flow between a playback component and the magnetic-shielding film is grounded in the middle of the production process (connection), and after completion of HGA or HDD needs to be insulated. In addition, in order to prevent the electrostatic-discharge accident which occurs on the occasion of the handling of equipment with a finished product where a playback component and the magnetic-shielding film are insulated, it is necessary to guarantee desired withstand voltage. Therefore, it is necessary to insulate a playback component and the magnetic-shielding film in the culmination of a production process, and to measure withstand voltage. Although the touch-down of the playback component mentioned here is a well-known technique, the technique like the erector of HGA in which a finished product performs touch-down or an insulation is an unprecedented new technique.

[0023] The cutting principle of a fuse melts a track like a common electric fuse using generation of heat by the current which flows at a fuse. However, differing from the case of being general is the point that the current mainly used for cutting is not the stationary current but a current pulse. When the stationary current is used, after fuse cutting is because there is a possibility of an electrical potential difference being built between a playback component and the magnetic-shielding film, and causing dielectric breakdown of a playback component and the magnetic-shielding film. This results in destroying a playback component against the purpose of the fuse of this invention. On the other hand, when a current pulse is used, a fuse is melted on condition that suitable pulse width, and the rest becomes possible [ an electrical potential difference not being added between a playback component and the magnetic-shielding film, and maintaining a desired insulation ].

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, HGA by this invention is explained using a drawing. Drawing 5 , and drawing 8 and drawing 9 describe the detail structure of HGA and its important section from drawing 1 . Continuously, the fuse fusing approach in HGA and the parameter about fusing of a fuse are described.

[0025] Drawing 1 is a perspective view which explains 1 operation gestalt of HGA of this invention typically. Drawing 2 is the perspective view showing the relation between a wafer and a slider. Drawing 3 is the top view of MR component with which HGA of this invention is equipped, and explains arrangement of a fuse typically. Drawing 5 is the perspective view of the important section of the MR head prepared in the slider of HGA. Drawing 4 is the top view which saw drawing 5 from the sense of an arrow head x. Drawing 6 and drawing 7 show the result of a fusing experiment of a fuse. Drawing 8 and drawing 9 are the perspective views of MR component, and explain modification of the number of terminals of the MR component itself.

[0026] First, the configuration of HGA is explained in drawing 1 . This HGA is equipped with the load beam 10 which is a thin stainless steel plate, and the slider 11 pasted up on the stage 18 of this through ultraviolet-rays hardening resin. The load beam 10 has the housing 19 which formed the mounting 17 which is an attachment component for combining with a stack or HDD, the stage 18 which is the part enclosed by slitting prepared in the load beam, the printed circuit 7 which covered six copper wire of the plating film with the insulating layer, six internal terminals 14 prepared in the slider side of a printed circuit, and six external terminals 1-6 of a printed circuit. Each of an internal terminal and an external terminal made it flow with a printed circuit, and insulated the stainless load beam 10 through the insulating layer. The slider 11 makes the substrate of a conductive ceramic the subject, and is equipped with the electrode pad 12 used as a magnetic-recording medium, the surfacing side 15 made to counter, MR head 16 covered by the alumina protective coat, MR head 16, and the termination of the lead wire which flows electrically.

[0027] The electrode pad 12 was exposed from the alumina protective coat. Each of the electrode pad of a slider and the internal terminal of a load beam was electrically combined through the bonding wire 13. Among six external terminals, the external terminal 1 and the external terminal 2 are terminals which supply a current to MR component, and are used for playback actuation. The external terminal 3 and the external terminal 4 are terminals which supply a current to the thin film coil of a recording head, and are used for record actuation. The remaining external terminal 5 and the remaining external terminal 6 are a terminal for energizing at the fuse in an MR head, and are not used for playback or record actuation.

[0028] In HGA of the above-mentioned gestalt, even if it replaces a configuration with as follows, it does not interfere. For example, connection of an internal terminal and an electrode pad can be replaced with a bonding wire, and can use ball bonding and tab bonding. Arrangement of an external terminal can choose the type which prepares a flange in the side face of a load beam, and prepares the external terminal on this flange, the type which prepares an external terminal in the termination of the flexible cable which constituted the printed circuit from a flexible cable and was made to



protrude into the outside by the side of the anti-load beam of mounting 17.

[0029] A slider equipped with six or more electrode pads which are carried in drawing 2 at HGA of this invention is shown. A left-hand side disk is the wafer 30 in which many MR heads were formed, among this drawing. The slider 11 started from this wafer 30 has the six electrode pad connected to the MR component 16 and MR component. The electrode pads 14 and 14b are used in order to supply a record current to the thin film coil which excites a magnetic pole. The electrode pads 14c and 14d are used in order to supply the regenerative current to MR component through an electrode layer. The electrode pads 14e and 14f were formed in order to supply a current pulse or an electrical-potential-difference pulse to the fuse prepared between an electrode layer and the magnetic-shielding film.

[0030] Next, the outline of the MR component and the fuse which are carried in the slider like drawing 2 in drawing 3 is shown. This MR component is prepared into an MR head as shown in drawing 4 and drawing 5. This playback component section prepared respectively electrode layer 26a and electrode layer 26b in the both ends of the MR component 25. Terminal 20a and terminal 20b for energization were prepared in the edge of the direction which is not joined to MR component of an electrode layer, and the external terminals 1 and 2 of drawing 1 were made to flow electrically through the conductive lead film etc. Moreover, electrode layer 26a and electrode layer 26b were respectively connected to terminal 29a and terminal 29b through fuse 25a and fuse 25b. Terminals 29a and 29b were formed with some magnetic-shielding film, and the external terminals 5 and 6 of drawing 1 were made to flow through them electrically through the conductive lead film etc.

[0031] When a fuse formed MR component, it was prepared in coincidence. In this example, in order to obtain the thin film which constitutes an MR head and by which patterning (shaping) was carried out, a series of processes, such as formation (membrane formation) of the thin film by the spatter, CVD, etc., formation of the resist film by the photolithography technique and patterning of a thin film, and removal of the unnecessary part by the etching technique, were used. When forming MR component, the fuse was also formed in coincidence by patterning. Therefore, the film configuration of a fuse became being the same as that of MR component. The width of face of a fuse formed d in the dimension narrower than the width of face d0 of the depth direction of MR component. The so-called width of recording track Tw is the width of face of MR component of a perpendicular direction to do. The configuration of the whole MR head equipped with this playback component section is shown in drawing 5.

[0032] The spin bulb component was used for the MR component 25 shown in drawing 3. The spin bulb component consisted of multilayers which accumulated the ferromagnetic (free layer) which carried out the laminating of the permalloy film and the cobalt iron film, the copper non-magnetic metal film, the ferromagnetic (fixed bed) of cobalt iron, and the antiferromagnetism film of PtMn. The inclined plane was attached to each of the both ends of the spin bulb component 25, and the permanent magnet film 41 and electrode layer 26 for impressing magnetic bias were prepared.

[0033] Drawing 4 and drawing 5 are outline structures of an MR head prepared in the slider of HGA. When drawing 4 sees an MR head like drawing 5 from a medium opposed face, it is equivalent to a sectional view in part. A medium opposed face is equivalent to a field perpendicular to the arrow head x in drawing. Hereafter, structure is explained in accordance with the process to manufacture. First, it has the mid shielding 43 which has a function as the insulator layer 46 of an alumina, the lower shielding 44, an insulator layer, the MR component 25, an insulator layer, and a lower magnetic pole, a record gap, and the up magnetic pole 47 on the nonmagnetic substrate 45 made from the alumina titanium carbide etc. The lower shielding 44, the MR component 25, and the insulator layer that insulates between [ each ] the mid shielding 43 are the same quality of the materials as a protective coat 48, and is united. Between the mid shielding 43 and the up magnetic pole 47, it has the record gap which consists of an insulator layer, and functions as a magnetic gap of an induction type recording head. Furthermore, between mid shielding and an up magnetic pole, the spiral thin film coil 49 is arranged through the insulator layer. Moreover, it is used as magnetic-shielding film, the playback gap which consists of an insulator layer which wraps the MR component 25 is prepared among both, and the mid shielding 43 and the lower shielding 44 function also as a magnetic gap of the reproducing head.

[0034] After producing HGA (head gimbal assembly) concerning the detail structure mentioned above, fuse fusing equipment was connected to the external terminal, and the fuse prepared in MR component was melted. The procedure in which the fuse was made to melt is explained to HGA of drawing 1 below. When melting a fuse, the combination of the external terminal of different HGA was able to be chosen. Drawing 1 and drawing 3 are made to correspond and two kinds of fuse fusing approaches are explained. First, in drawing 1, the current pulse was energized between the external terminal 5 and the external terminal 6, and two fuses were made to melt collectively by the 1st approach. That is, it is equivalent to this having energized and bundled up the current pulse between terminal 29b and terminal 29a in drawing 3, and having made Fuses 25a and 25b melt. Although the publication was omitted, it energizes through the conductive member (lead film) for drawing a current between Terminals 29a and 29b, Terminals 20a and 20b, and the electrode pad of a slider.

[0035] After this 1st approach's using the circuit which passes through MR component and passing the current pulse for fusing, working efficiency can be raised by measuring the electric resistance value of the same circuit. That is, what has a resistance measurement function was used for fusing equipment. After passing a current pulse in said circuit, the resistance of said measured circuit became infinite in false, and the measuring device judged that the circuit was opened wide. this circuit should pass the MR component 5 -- since it is, two fuses 25a and 25b can be cut to coincidence. However, it has a current pulse or an electrical-potential-difference pulse without a possibility of damaging MR component, and it becomes indispensable to cut a fuse. The current pulse passed here mentions later.

[0036] In drawing 1, a current pulse is energized between the external terminal 1 and the external terminal 5, one fuse 25a is melted, the current pulse was energized and fuse 25b of another side was made to melt between the external terminal 2 and the external terminal 6 continuously by the 2nd approach. That is, it is equivalent to this energizing a current pulse between terminal 29a and electrode layer 26a, and melting one fuse 25a, and it having energized the current pulse and having made fuse 25b of another side melt between terminal 29b and electrode layer 26b continuously in drawing 3. A current does not flow for MR component and this approach has high safety in order to impress a current pulse or an electrical-potential-difference pulse for every fuse. However, a routing counter will double compared with the 1st approach.

[0037] Next, the graph of drawing 6 explains the parameter of the fuse used for the above-mentioned example. The electrical potential difference which adds the current pulse of 5 microseconds of time amount width of face, and a fuse pattern component melts was investigated to the fuse pattern component (13-15ohms [ $\mu$ m] resistance) of  $d=1$ -micrometer width of face. The fuse constituted from the same multilayers as MR component is called fuse pattern component. Drawing 6 made the axis of ordinate fuse resistance [ $\Omega$ ], and made the axis of abscissa applied voltage [V]. The fuse pattern component concerning the sample of 1 to 4 was melted in the range of applied voltage 8-12V. 5 microseconds of pulse width and the peak current value at the time of electrical-potential-difference 10V are about 17mA, and consumed the energy of 0.85microWs. At the wafer process in the middle of manufacturing a playback component, in order to control playback component width of face by the slider process for processing a next slider configuration, it has the configuration broader than the last dimension of component width of face. The width of face in a wafer process had about 4-5 micrometers and the above-mentioned pattern 4 to 5 times the component width of face of a fuse, in order to secure the same \*\*\*\*\* as the above-mentioned experiment, the about 70mA peak current is required for it, and it consumed 3.4microWs as energy required for fusing. Therefore, it was at the wafer process termination time, and when the current pulse was passed with about [ 10V ] applied voltage, although the fuse was cut, it turned out that a playback component is not affected.

[0038] Furthermore, the cutting experiment was conducted by making pulse width and the peak current into a parameter about cutting of the fuse by the current pulse. An experimental result is shown in drawing 7. The axis of ordinate of this drawing showed the peak current [A] which is the maximum of a current pulse, and the axis of abscissa showed the pulse width [sec] which is the half-value width of a current pulse. Both the graduations of an axis of ordinate and an axis of abscissa are characteristic displays, for example, -7 expresses  $10^{-7}$ . Pattern width of face of 1 micrometer of a fuse and the case of 4 micrometers were shown in this drawing. The magnitude of the peak current required for fusing increased as pulse width became small.

[0039] When compared about pattern width of face, it turned out that the peak current in 4 micrometers is 4 times the 1-micrometer peak current, and the required peak current is increasing in proportion to pattern width of face. Pulse width is kept constant in 5ns or more, and this relation can set up the threshold of the range which a fuse commits, and the peak current to which a cutting pulse does not affect a playback component in the range of the slash section of drawing 7.

[0040] In MR component carried in HGA of this invention, it replaces with the spin bulb component of the above-mentioned example, and even if it uses the next playback component, things are made. The dual spin bulb component which carried out the laminating of the two spin bulb components which made the thing, antiferromagnetism film, or free layer which made some magnetic films of four layer membranes the multilayers which consist of a metallic material or a magnetic material share, the tunnel junction mold MR component based on the configuration which sandwiches an insulator layer by two soft magnetism film, the GMR component to which the laminating of a nonmagnetic membrane and the magnetic film was carried out by turns can be used. Recording density needs to thin-film[ a miniaturization and ]-ize these MR components that it should correspond to a record medium with a 1 Gb/in of 2 or more about, and the width of recording track  $T_w$  is specified to several micrometers or less. Therefore, when HGA was produced with the application of the above-mentioned fuse for MR component, it could do, although the electrostatic discharge was prevented more effectively, and the yield of HGA improved.

[0041] The number of the terminals of MR component prepared in HGA of this invention is explained to drawing 8.

Drawing 8 is the spin bulb component which carried out the laminating of a ferromagnetic (free film) 61, the non-magnetic metal film 62, a ferromagnetic (fixed film) 63, and the antiferromagnetism film 64 to order. The arrow head shown in the film shows the sense of magnetization. This spin bulb component is equipped with two terminals 65 and 66 which supply a current. having prepared the fuse in this and having formed HGA -- being alike -- the external terminal of HGA can take 4-6 pieces. However, instead of losing the antiferromagnetism film 64 from the configuration of drawing 8, even if it prepares the terminal for passing a current in a ferromagnetic 61, it functions as a spin bulb component. This is because a ferromagnetic 63 receives magnetic bias and magnetization is fixed by the field of the current which flows to a ferromagnetic 61. If such deformation is performed, the terminal of a spin bulb component will become four pieces. Therefore, when preparing a fuse in the spin bulb component which deformed from the type of drawing 8 and forming HGA, the external terminal of HGA can become 6-8 pieces. Also besides using a fuse terminal also [ terminals / other ], I hear that having stated here can change the number of the external terminals of HGA also by the configuration of MR component, and there is.

[0042] Like these, when a variation is in the terminal configuration of not only modification of an external terminal and its wiring but the MR component itself itself, if it catches widely, the external terminal of HGA of this invention can be bundled with four or more pieces. The number of the terminals of other MR components prepared in HGA of this invention is explained to drawing 9. Drawing 9 is the tunnel junction mold MR component which carried out the laminating of a ferromagnetic 71, an oxide film 72, and the ferromagnetic 73. This MR component is the structure of connecting terminals 77 and 78 to a ferromagnetic 71 in order to make magnetization of ferromagnetics intersecting perpendicularly, and adding magnetic bias to a ferromagnetic 73 by the current field by energization. Furthermore, the both ends of MR component are equipped with the terminals 75 and 76 for detecting a playback output. With this gestalt, the number of terminals of MR component is four pieces. If a fuse is furthermore prepared and HGA is constituted, the external terminal of HGA will become 6-8 pieces. However, if the gestalt which removes terminals 77 and 78 in this MR component, prepares the antiferromagnetism film in a ferromagnetic 73, and controls magnetization is chosen, the external terminal of HGA of this invention can be made into either of 4-6 pieces.

[0043]

[Effect of the Invention] As explained above, the electrostatic discharge of an MR head can be prevented by using the configuration of this invention before the process which assembles HGA from a wafer process, or before the process which attaches HGA to a stack or HDD from a wafer process.

---

[Translation done.]

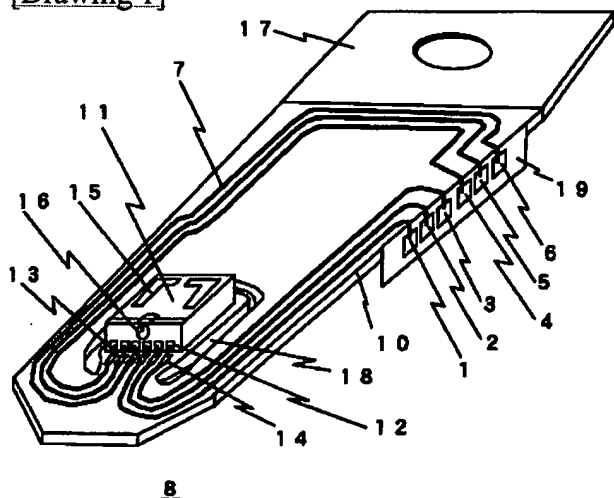
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

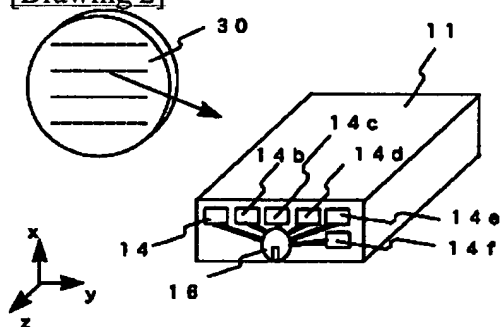
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

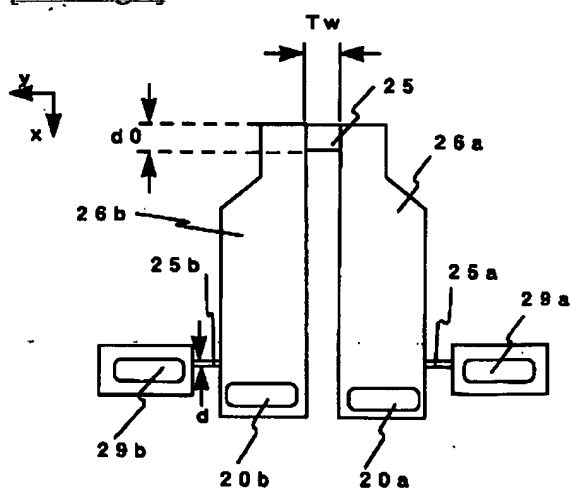
[Drawing 1]



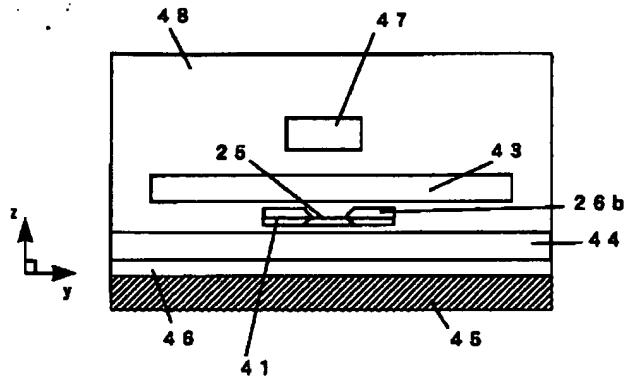
[Drawing 2]



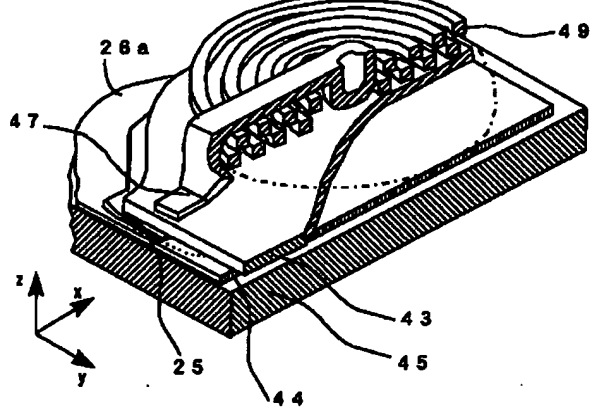
[Drawing 3]



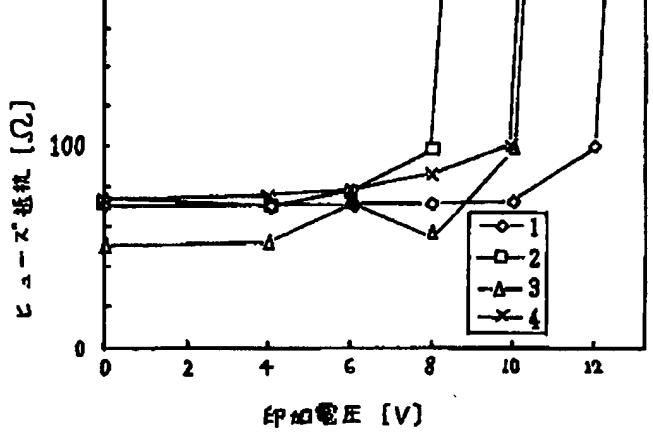
[Drawing 4]



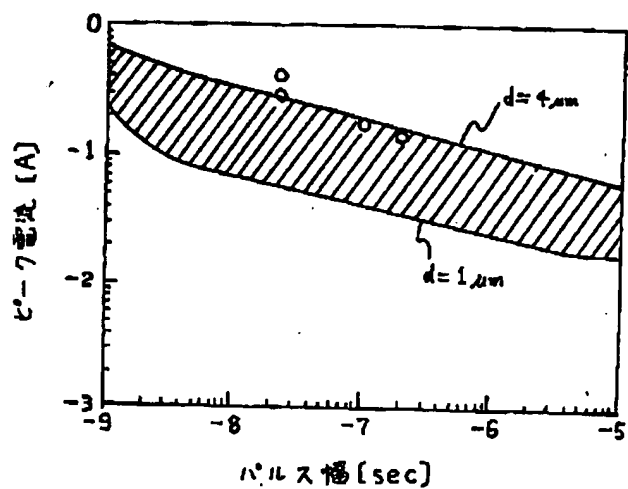
[Drawing 5]



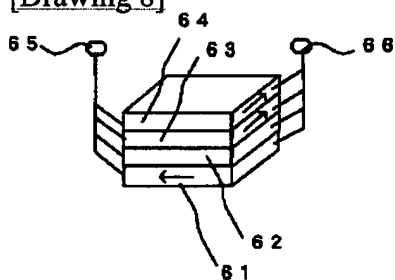
[Drawing 6]



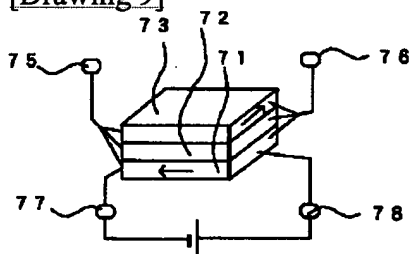
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]